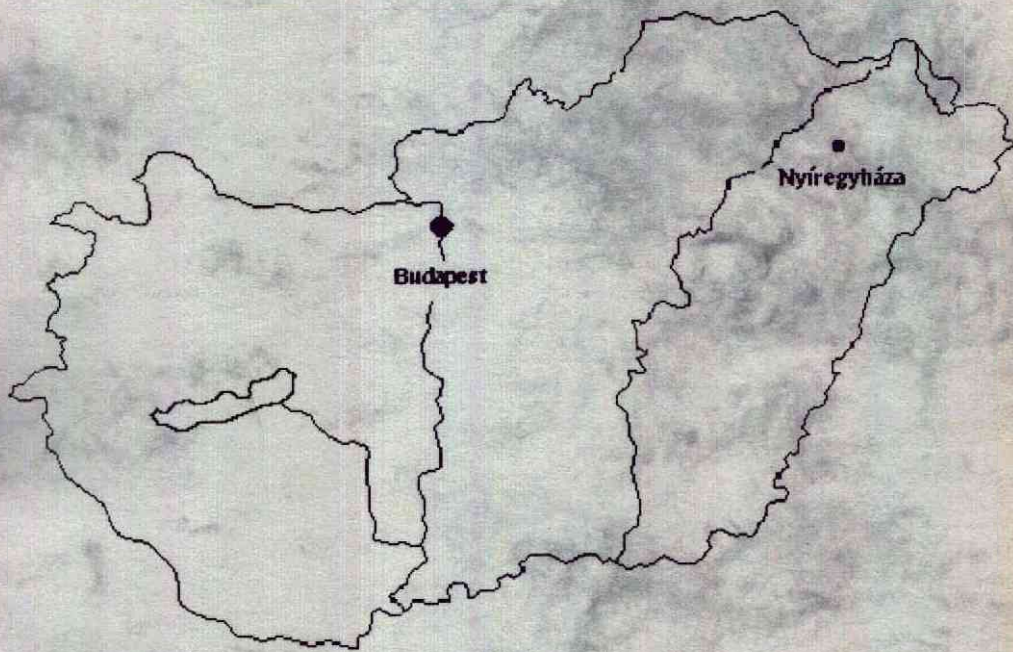


3. MAGYAR SZÁRÍTÁSI SZIMPÓZIUM



Nyíregyháza

1999. szeptember 22-23.

A szemcseméret és fajlagos felület meghatározás anyag és hőátadási folyamatokhoz

Gyimes Ernő^{*} - Dr. Véha Antal^{*} - Dr. Rajkó Róbert^{}**

József Attila Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar
*** Élelmiszertechnológia és Környezetgazdálkodási Tanszék**
****Élelmiszeripari műveletek és Környezettechnika Tanszék**

Bevezetés, előzmények

A bennünket körülvevő világban a különféle anyag- és hőátadási folyamatoknak igen nagy a szerepe. Az élet alapvető folyamatai játszódnak le a fenti transzport folyamatok szerint, kezdve az emésztéstől egészen a hőátadási szárítási feladatokig. A mezőgazdaságban, az élelmiszeriparban e területek közül kiemelten kezelt az aprítási, keverési, alakadó (formázó) és a hőátadási műveletek sokasága.

A különböző anyag- illetve hőtranszport folyamatok egymással is sok esetben hasonlóságot mutatnak. Erre az elméleti és gyakorlati irodalmi forrásokban számtalan hivatkozás található, amelyek az ún. hasonlósági elveket és kritériumokat tárgyalják. A hasonlóság egyik fontos eleme a szemcseméretnek, illetve a felületnek, fajlagos felületnek a kitüntetett szerepe. A felületnek elsősorban azért, mert a hő- és anyagátadási műveletek ténylegesen a felületek mentén játszódnak le. Erre utalnak a hő- és anyagátadás fontosabb törvényei. A szemcseméretnek valamint a szemcseméret eloszlásnak hasonlóan fontos szerepe van, részben elméleti, részben gyakorlati - üzemeltetési - szempontból.

Szemnagyság vagy szemcseméret alatt az adott szemcse nagyságát kifejező lineáris méretet értjük. Nem szabályos alakú szemcsék esetén - ide sorolható a mezőgazdasági anyagok tekintélyes része - a méret nagyszámú, sok esetben egymástól is eltérő adattal fejezhető ki. Ilyenek a méret szélső értékek és középérték, valamely tulajdonság hasonlóságán alapuló ún. egyenértékű szemcseméret stb. Az eltérő meghatározási módok eltérő értékeket adnak ugyanarra a „szemcse nagyság” értékre, ami a különféle kísérleteknél, azok reprodukálásánál gondot jelenthet. A granulometriai gyakorlatban leggyakrabban a szitaelemzés alapján meghatározott szemcseméretet használják. Ennek során adott, a szemcseméret tartományhoz

optimálisan illeszkedő szitasorozattal két, esetleg több szítást kell végezni. A nemzetközi gyakorlatban többféle szitasorozat szabványt használnak, az USA az ún. Tyler és az ASTM sorozatot, míg Európában a Renard-féle sorozat () a jellemző. A szítálás végrehajtása után képződött szitamaradékokat visszamérve megkapható az ún. átlagos szemcseméret, amely a szitált őrlemény (vagy rostaanalízis esetén a szemestermény) méret szerinti eloszlásának leggyakoribb értéke, azaz módusza. A kiértékelést nehezíti a túlzottan széles eloszlási tartomány, amely a szemestermények őrleményeit jellemzi. A tudomány számtalan eloszlás típust ismer, amelyek közül a leggyakrabban a következőket alkalmazzák: a Gaudin-Adrejev-Schuhmann-, a Rosin-Rammler-Sperling-Bennett- és a lognormális eloszlás, vagy másképpen a Kolmogorov-Rényi eloszlás.

Hasonlóan problémás a felület, illetve a fajlagos felület mérésének, meghatározásának a kérdése. A közvetlen meghatározásra többfajta módszer ismeretes, ezek közül a turbidimetriás, a gázadszorpciós-folyadékadszorpciós módszer vagy a permeabilitás alapján történő mérés. Mindegyik módszernél azonban oldódás problémájával kell számolni, amely a hibalehetőséget tovább növeli. Ezek mellett a fajlagos felület esetén is számolni kell azzal, hogy ugyanannak az anyagnak a felületértékei, az egyes módszerek között - a metodikai eltérések miatt - nagy szórást mutatnak.

Az aprítási kísérletek során általában kielégítő pontosságú és viszonylag kis variáció mellett használható a Rittinger-féle (felületi) aprításelméleti összefüggésnél is alkalmazott, egyszerűsítő kritériumok szerinti képlettel megadott fajlagos felület érték:

$$\text{Fajlagos felület} = \sum \frac{6}{\rho \times x} \left[\frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \right] \quad (1)$$

ahol ρ az anyag sűrűsége (kg/cm^3)

x a szemcse élhossza (cm)

A módszer egyik előnye, hogy a szitaanalízis értékelése során, a sűrűség ismeretében a fajlagos felület meghatározása is elvégezhető. Fontos megjegyezni, hogy a sűrűség esetén a valódi, azaz a szemcsés halmazra jellemző értékkel kell számolni, ellenkező esetben az intergranuláris tér miatti értékváltozás jelentős hibát okoz. További probléma, hogy a szemestermények eredeti

formájukban kevésbé hasonlítanak a kocka alakhoz, ezért abban az esetben a tényleges alak szerinti megközelítés a kívánatos.

A vizsgálat célkitűzése

A vizsgálatok célja hármassal volt, egyrészt meghatározni több búzafajta bevonásával azok fontosabb geometriai jellemzőit, másrészt a geometriai méretek ismeretében meghatározni, a méret alakulására ható tényezőt, tényezőket. Harmadrészen arra kerestünk választ, hogy az eltérő alakú és beltartalmú fajok (búza, kukorica, szója) azonos körülmények közötti aprítása során az egyes eloszlástípusok közül melyik bizonyul a legmegbízhatóbbnak.

Anyag, eszköz, módszer

Kísérleteinket a JATE Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Karán végeztük. A szemcseméret és a felület meghatározásához étkezési búzát (*Triticum Aestivum*) használtunk, az egyes eloszlás típusok értékeléséhez búza (GK-Őthalom), kukorica (Dekalb 524 sc) és szója (Bolyi 44) került felhasználásra.

Az 1. táblázat tartalmazza a búzavizsgálatok első részének adatait, a szemcseméret meghatározása a rostaelemzés módszerével történt. A táblázatból kitűnik az 1998. évben termelt fajták magasabb fajlagos felület értéke, a táblázat végén található fajtákból nem állt rendelkezésünkre eltérő évjárat, de hipotézisünk szerint hasonló tendencia lett volna megfigyelhető.

A továbbiakban a szemcseméret akkurátusabb mérését részben az 1. táblázatban közölt fajták, részben más búzafajták bevonásával is elvégeztük. A mérés ebben az esetben szemenként történt, a mintaelőkészítés után 100-100 szem mindhárom geometriai méretének meghatározásával. A 2. táblázatban ennek a mérési sornak az adatai láthatók.

1.táblázat A vizsgált búzafajták fontosabb fizikai mutatói

Fajta, évjárat	Nedvesség - tartalom (%)	Ezerszem tömeg (g)	Sűrűség (g/cm ³)	Átlag szemméret (mm)	Fajlagos felület (cm ² /g)	Acélosság (%)
GK-Csűrös 1997	11,7	47,2	1,3133	3,38	12,11	79,1
GK-Csűrös 1998	11,63	44,2	1,3580	3,33	13,27	52,87
GK-Duna 1996	8,6	40,2	1,3726	3,37	11,99	76,2
GK-Duna 1998	11,67	35,1	1,3107	2,95	15,54	53,89
GK-Kata 1995	11,4	44,6	1,3106	3,40	11,92	80,2
GK-Kata 1997	10,5	41,0	1,2695	3,39	12,16	60,9
GK-Kata 1998	11,98	35,8	1,3038	3,22	14,30	46,15
GK-Öthalom 1995	11,4	44,6	1,3519	3,38	11,91	80,2
GK-Öthalom 1997	11,3	43,9	1,2656	3,37	11,90	79,2
GK-Öthalom 1998	11,86	40,2	1,3077	3,21	14,29	65,13
Jubilejnaja-50 1996	11,5	48,7	1,3449	3,40	11,85	81,0
MV-15 1994	11,70	37,6	1,3678	3,16	13,88	79,8
MV-16 1994	12,37	39,4	1,3586	3,18	13,89	82,1
MV-17 1995	12,91	41,8	1,3464	3,55	12,55	77,1
MV-21 1995	12,04	37,9	1,2978	3,25	14,23	77,7
MV-22 1997	12,19	32,7	1,3594	3,11	14,19	69,9
MV-23 1997	12,10	40,0	1,3434	3,44	12,98	53,3
MV Fatima 1998	11,94	45,0	1,3668	3,52	13,03	56,2
MV Magvas 1998	11,84	40,0	1,3339	3,30	13,61	63,0
MV Pálma 1998	12,28	38,0	1,3690	3,36	12,77	62,1
MV Summa 1998	12,28	37,0	1,4285	3,35	12,51	41,0

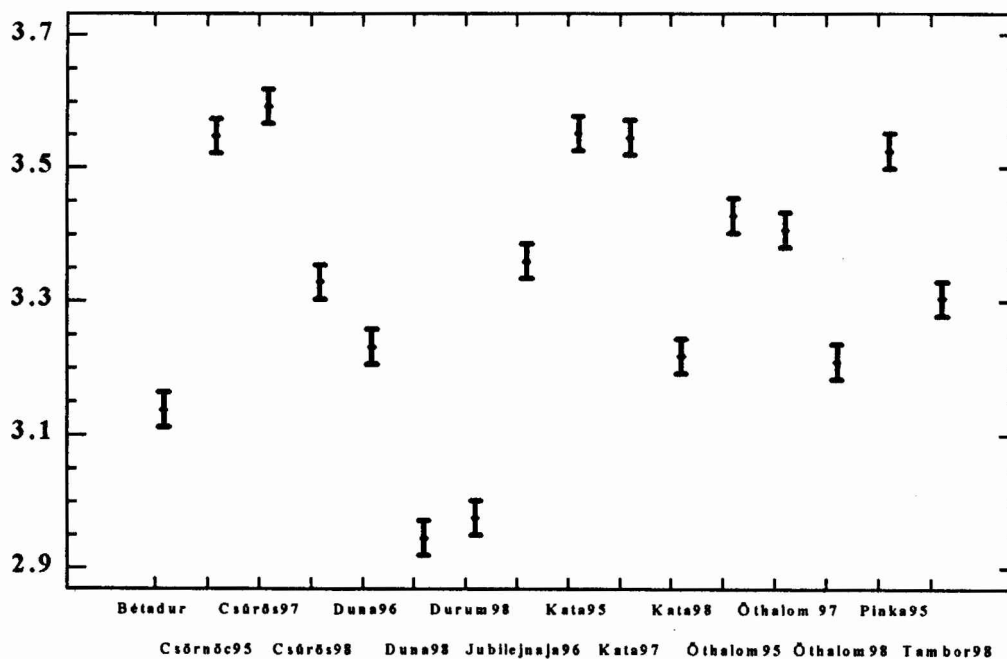
A három jellemző méret közül a szélességi méret alakulását az 1. ábrán mutatjuk be. Az ábrán jól nyomomonkövethető az évjáratok hatása. Az 1998. évben termelt fajták szélességi méretei jelentősen eltérnek az egyéb évjáratoktól.

Különösen szembejövő a Kata és Öthalom fajtáknál, ahol három éven tartó vizsgálat adta az értékelés alapját, és mindkét fajta esetében az 1995 és 1997-es év adatai között nem volt lényeges eltérés, szemben az 1998-as év adataival. Megállapítható a fajtánkénti eltérés a Duna és a Csűrös fajta esetén is, bár ebben az esetben két évjáratot vizsgáltunk.

2. táblázat A vizsgált búzafajták szemgeometriai méretei

Fajta neve	Szélesség		Vastagság		Hosszúság	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Durum 1998	2,976	0,164	2,912	0,144	6,501	0,257
GK-Bétadur 1997	3,137	0,159	2,987	0,153	8,110	0,461
GK-Csörnóc 1995	3,548	0,226	3,100	0,224	7,031	0,317
GK-Csűrös 1997	3,593	0,162	2,903	0,137	6,329	0,286
GK-Csűrös 1998	3,329	0,164	2,832	0,123	6,755	0,256
GK-Duna 1996	3,231	0,184	2,886	0,165	6,455	0,307
GK-Duna 1998	2,945	0,153	2,887	0,125	6,466	0,293
GK-Kata 1995	3,552	0,162	2,953	0,156	6,271	0,216
GK-Kata 1997	3,545	0,191	2,917	0,157	6,374	0,230
GK-Kata 1998	3,218	0,184	2,692	0,158	6,046	0,234
GK-Óthalom 1995	3,429	0,152	3,001	0,187	6,503	0,338
GK-Óthalom 1997	3,408	0,242	3,102	0,173	6,469	0,279
GK-Óthalom 1998	3,209	0,207	2,916	0,176	6,730	0,293
GK-Pinka 1995	3,525	0,220	2,923	0,184	7,010	0,389
Jubilejnaja-50 1996	3,360	0,154	2,932	0,115	6,954	0,320
Tambor (A) 1998	3,304	0,242	2,916	0,206	6,222	0,362

szélesség (mm)



1. ábra A szélességi méretek átlagértékeinek konfidencia sávjai a vizsgált búzafajták esetén

Az egyes eloszlás típusok összehasonlítása szintén figyelemre méltó eredményt hozott. A részletes adatok bemutatását mellőzve a 3. táblázatban mutatjuk be a vizsgált eloszlástípusok lineáris közelítését, azok egyenletével és a determinációs együtthatóval. A determinációs együttható a mért és számított értékek közötti kapcsolat szorosságát mutatja.

Vizsgált faj	RRSB		GAS		Kolmogorov-Rényi	
	Egyenlet	R	Egyenlet	R	Egyenlet	R
Búza	$Y=2,7514x+1,2211$	0,9304	$Y=2,7322x+0,6404$	0,7955	$Y=1,715x+1,2635$	0,9711
Kukorica	$Y=3,1791x+1,4446$	0,8708	$Y=2,3836x+0,4846$	0,8755	$Y=1,906x+1,3445$	0,9740
Szója	$Y=2,9181x+1,3841$	0,8934	$Y=2,5328x+0,6135$	0,8284	$Y=1,648x+1,1682$	0,9754

Megjegyzés:

RRSB: Rosin-Rammler-Sperling-Bennett

GAS: Gaudin-Andrejev-Schuhmann

A táblázatból látható, hogy a Kolmogorov-Rényi eloszlás minden esetben jobb értéket adott, bár az RRSB egyenlet és a GAS eloszlás is szoros korrelációt feltételez. Itt kell felhívni a figyelmet arra, hogy csak a korreláció erősségét mérlegelve akár téves következtetéshez is juthatunk, hiszen transzformált koordináta rendszerben ábrázolva az adatokat jól látható törést figyelhetünk meg az RRSB és GAS eloszlás esetében.

Összefoglalás

Az általunk mért és közölt geometriai méret-meghatározásoknak és a fajlagos felület megállapításának nagy szerepe van a különféle anyag- és hőtranszport folyamatoknál. Az aprítástechnikai vizsgálatoknál alkalmazott fajlagos felület számítási mód - egyszerűsítő feltételezésekkel - alkalmasnak látszik egyes szárítási és egyéb hőátadási illetve anyagátadási feladatok megoldásánál, elsősorban örlemények esetén. A felület kiszámításának pontossága kielégítőnek tűnik. A szemestermények eredeti formájukban eltérő számítási metódust igényelnek, amelynek lényeges eleme a valóságos alakot legjobban megközelítő geometriai alak leírása.

A szemcseméret meghatározás során a táblázatokból és az ábráról is jól látható, hogy a geometriai (szélességi) méret a fajtától erősen függő, noha nem szignifikánsan változó, valamint az évjárat hatásonak nagy szerepe van a méret alakulására.

Az eloszlástípusok összehasonlításának eredménye arra enged következtetni, hogy a Kolmogorov-Rényi féle lognormális eloszlás mindhárom fajnál pontosabban közelítette meg a mért értékeket.